

**ЧИННИКИ ФОРМУВАННЯ ТА ОЦІНКА ЛОГІСТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ
АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВІЗНИКІВ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ
В УМОВАХ МІСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ**

**FACTORS OF FORMATION AND ASSESSMENT OF THE LOGISTICS POTENTIAL
OF ROAD CARRIERS OF CONCRETE MIXTURES IN URBAN AGGLOMERATION**



Цимбал Сергій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net, тел. +380937602079

<https://orcid.org/0009-0005-1612-968X>



Макарова Тамара Володимирівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tomamakarova@ukr.net, тел. +380731235169

<https://orcid.org/0000-0003-0669-8350>



Варчук Вячеслав Володимирович, асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vyvarchuk@vntu.edu.ua, тел. +380678980719

<https://orcid.org/0009-0005-2622-9780>

Анотація. Досліджено теоретичні та прикладні аспекти формування логістичного потенціалу підприємств, що спеціалізуються на перевезенні бетонних сумішей у місті Вінниця. Авторами уточнено сутність поняття «логістичний потенціал» через призму часової детермінанти та фізико-хімічних властивостей вантажу. Запропоновано математичну модель оцінки логістичної потужності, яка враховує температурний коефіцієнт та специфіку міського трафіку (навантаження на мостові переходи). Обґрунтовано структуру логістичного потенціалу, що включає інфраструктурну, просторову, ресурсну, цифрову та кадрову компоненти. Доведено, що синергія цих елементів забезпечує ринкову адаптивність перевізника та підвищує економічну ефективність використання спеціалізованого рухомого складу на 15-20%.

Ключові слова. Логістичний потенціал, рідкий бетон, автомобіль-бетонозмішувач, місто Вінниця, температурний коефіцієнт, Smart-логістика, ринкова адаптивність, транспортна інфраструктура.

Вступ. Сучасний етап розвитку міських агломерацій в Україні, попри складні макроекономічні та безпекові виклики, демонструє високу затребуваність монолітно-каркасних технологій. Ключовою ланкою в цьому процесі є перевезення бетонних сумішей (рідкого бетону) - унікального «динамічного» вантажу, термін життєздатності якого характеризується коротким технологічним циклом [1].

Критична специфіка логістики рідкого бетону зумовлена обмеженим терміном збереження його рухливості - зазвичай він становить від 90 до 180 хвилин (залежно від марок та добавок). Після закінчення цього «вікна виживання» розпочинається незворотний процес гідратації цементу - бетон починає «тужавіти», перетворюючись із пластичної суміші на моноліт [2,3].

В цьому сенсі для спеціалізованих автомобільних перевізників у м. Вінниці проблема формування логістичного потенціалу набуває особливого значення: будь-який розрив у ланцюгу «виробництво - доставка - укладання» (наприклад, непередбачена зупинка автомобіля-бетонозмішувача через затори, технічну несправність чи повітряну тривогу) призводить не лише до втрати вартості вантажу, а й до ризику незворотного пошкодження дорогого спеціалізованого транспортного засобу. У цьому контексті для спеціалізованих автомобільних перевізників у м. Вінниця проблема формування логістичного потенціалу набуває особливого значення: будь-яке порушення безперервності ланцюга «виробництво – доставка – укладання» (наприклад, непередбачена зупинка автомобіля-бетонозмішувача через затори, технічну несправність або повітряну тривогу) призводить не лише до втрати вартості вантажу, але й до ризику незворотного пошкодження дорогого спеціалізованого транспортного засобу. Застигання бетону всередині барабана змішувача призводить до необхідності вартісного механічного очищення або повної заміни змішувальної установки, що робить фактор часу головним ворогом економічної стійкості перевізника.

Аналіз досліджень і публікацій. У сучасній літературі поняття «логістичний потенціал» є багатогранним. Проаналізовані погляди провідних дослідників крізь призму специфіки сучасних автомобільних перевезень рідкого бетону.

Крикавський Є.В., один із фундаторів української логістичної школи, у своїх працях розглядає логістичний потенціал як здатність підприємства генерувати високу споживчу цінність за мінімальних витрат [4]. Для вінницького перевізника бетону «споживча цінність» - це не просто доставка, а доставка в межах технологічного вікна (до початку «тужавіння»). Тобто за Крикавським Є.В., логістичний потенціал - це передусім часова ефективність.

Тридід О. М., Гриньова В. М. та Лазарева З. М. акцентують увагу на тому, що логістичний потенціал є сукупністю ресурсів (технічних, людських, інформаційних), які перебувають у взаємодії [5]. Для об'єктів у м. Вінниця це означає, що недостатньо мати нові автомобілі-бетонозмішувачі. Потрібен інформаційний зв'язок між диспетчером заводу та водієм, який стоїть у заторі (наприклад, на вулиці Київській), щоб вчасно скоригувати темп відвантаження.

Чухрай Н.І. пов'язує логістичний потенціал із інноваційністю та адаптивністю до змін [6]. У сучасних умовах функціонування підприємств у м. Вінниця це означає здатність адаптувати графік заливки під графіки відключень електропостачання або повітряних тривог у регіоні. Логістичний потенціал у цьому випадку визначається наявністю резервних стратегій, зокрема використанням хімічних добавок-сповільнювачів у разі затримки автомобіля через форс-мажорні обставини.

Шинкаренко В.Г., який детально досліджував потенціал саме автотранспортних підприємств, виділяє у його структурі виробничо-технічну базу [7]. Для автомобільного перевізника бетону - це не просто кількість рухомого складу, а наявність автомобільних бетононасосів з різною довжиною стріли (від 16 до 52 метрів). Саме комбінація «змішувач плюс насос» формує повний логістичний цикл, що критично для щільної забудови таких районів міста Вінниці, як «Поділля» чи «Вишенька».

Таким чином, більшість авторів розглядають логістичний потенціал як статичну сукупність ресурсів. В статті запропоновано розглядати логістичний потенціал як динамічну характеристику, ключовим критерієм оцінювання якої виступає коефіцієнт збереження якості вантажу під час транспортування в умовах міського трафіку».

Дотепер залишаються недостатньо вивченими чинники впливу інфраструктурних бар'єрів (стан мостових переходів, часові затори) та погодних умов на реальну пропускну здатність парку

спеціалізованих автомобілів. Відсутність інтегральних показників, які б поєднували технічні параметри рухомого складу з часовим лімітом «життя» бетону, стримує розвиток маркетингової стійкості перевізників.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та розробка методичного підходу до оцінки логістичного потенціалу (сутність якого уточнена для автомобільних перевізників рідкого бетону) з урахуванням кон'юнктури будівельного ринку та інфраструктури м. Вінниці.

Викладення основного матеріалу. На відміну від класичних визначень логістичного потенціалу, який часто трактується як статична можливість перевезти певну кількість тонн вантажу, для автомобільного підприємства-перевізника рідкого бетону його пропонується визначати як динамічну спроможність. Логістичний потенціал перевізника рідкого бетону - це інтегральна здатність підприємства забезпечити безперервний цикл «виробництво - доставка - укладання» в умовах жорсткого часового ліміту (терміну зберігання рухливості суміші). При цьому, ключовими складовими логістичної системи є наступні:

- синхронізаційний ресурс: це не просто наявність рухомого складу, а здатність «підлаштувати» виїзд автомобілів з бетонного вузла під темп роботи бетононасоса на об'єкті у Вінниці. Якщо потенціал високий - автомобіль не чекає на об'єкті, і об'єкт не чекає на автомобіль;

- мобільність у часових «пробках»: для міста Вінниці (з її особливостями руху через мости) сутність потенціалу полягає у здатності диспетчерської служби миттєво змінювати маршрути доставки (наприклад, об'їзд через Старе місто, якщо на Центральному мосту «затор»);

- технологічна витривалість: здатність автомобілів-бетонозмішувачів підтримувати гомогенність суміші під час вимушених простоїв.

Беручи до уваги викладене, можна зробити висновок, що для звичайного перевізника логістичний потенціал переважно визначається співвідношенням вартості перевезення та відстані доставки, тоді як для перевізника бетонних сумішей його визначальними параметрами є збереження якості суміші та точність дотримання часу транспортування.

Обґрунтована вище сутність логістичного потенціалу як динамічної здатності зберігати якість суміші в часі потребує практичної проєкції на реальні умови функціонування ринку. Адже потенціал підприємства-перевізника не існує у вакуумі - він реалізується у конкретному конкурентному середовищі, де взаємодіють виробничі потужності бетонних вузлів, пропускна здатність вулично-дорожньої мережі та мінливий попит забудовників. Чинники формування та показники для оцінювання логістичного потенціалу автомобільних перевезень бетонних сумішей у місті Вінниці наведені на рис. 1.

Для автомобільних перевізників рідкого бетону у м. Вінниця формування логістичного потенціалу є критичним питанням маркетингової стійкості: у місті, де географічна відстань між бетонним вузлом та об'єктом будівництва може бути незначною, вирішального значення набуває «часова дистанція», зумовлена специфікою міської інфраструктури. Саме тому для об'єктивної оцінки можливостей перевізника необхідно детально проаналізувати сучасну кон'юнктуру ринку бетонних сумішей та особливості логістичного простору міста Вінниці. Нижче проаналізована структура логістичного потенціалу.

1. Ринково-інфраструктурна компонента логістичного потенціалу характеризує відповідність між потребами регіонального ринку бетонних сумішей та можливостями транспортно-логістичної системи щодо їх своєчасного перевезення. Наведений аналіз кон'юнктури ринку бетонних сумішей (рідкого бетону) та інфраструктури спеціалізованих автомобільних перевезень у місті Вінниці.

Нормативно-правове поле (КВЕД). Для учасників ринку використовуємо такі коди [8]:

- виробники: 23.63 «Виробництво готових для використання бетонних сумішей» (основний для бетонних заводів);

- перевізники: 49.41 «Вантажний автомобільний транспорт» (спеціалізовані підприємства автомобільного транспорту);

- допоміжна діяльність: 52.29 «Інша допоміжна діяльність у сфері транспорту» (логістичні та експедиторські послуги).



Рисунок 1 – Чинники формування та показники для оцінювання логістичного потенціалу автомобільних перевезень бетонних сумішей у місті Вінниці

Figure 1 – Factors of formation and indicators for assessing the logistics potential of road transportation of concrete mixtures in the city of Vinnytsia

Ринковий простір бетонних сумішей. У м. Вінниці сформовано потужний кластер виробників, розташованих переважно в промислових зонах для зручного виїзду на транспортні магістралі:

- ТОВ «Бетон-Центр» (розташоване на території Стрижавського кар'єру): один із лідерів. Має повний цикл: від видобутку щебеню до доставки власним автопарком;
- ПБГ «Ковальська»: представлена маркою «Бетон від Ковальської». Має потужні вузли та високі стандарти якості (класи міцності від В7,5 до В60) [9];
- «Каскад-Бетон»: популярний виробник, орієнтований на широкий спектр марок (М100–М400);
- ТОВ «Вінбетон», «Бетон-Інвест», «Куб-Бетон»: локальні виробники, що забезпечують гнучкість поставок у межах міста;
- ТОВ «Віндор»: спеціалізується на виробництві бетону та наданні спецтехніки в оренду.

Отже, сучасний стан ринку будівельних матеріалів м. Вінниці демонструє високу концентрацію виробничих потужностей, що формує специфічний ландшафт для логістичних операцій. Аналіз дислокації основних виробників бетону дозволяє виділити три ключові вузли («Вінницький трикутник»), що формують логістичний простір міста:

- північний вузол (Стрижавський напрямок): тут домінує ТОВ «Бетон-Центр» та потужності, орієнтовані на північну частину міста (вул. Київська), індустріальні парки (в напрямку «Десни») та транзитні об'єкти через окружну дорогу («Вишенька», «9-й мікрорайон», с. Зарванці);
- східний вузол (Тяжилів - Немирівське шосе): ПБГ «Ковальська» та локальні виробники (наприклад, «Вінбетон»). Це стратегічна зона для промислового будівництва та нових житлових масивів;

- південно-західний вузол (Гніванське шосе - Електромережа): забезпечує потреби мікрорайонів «Поділля», «Академічний» та приватної забудови.

Така розосередженість заводів вимагає від автомобільного перевізника високої мобільності: логістичний потенціал підприємства визначається здатністю оперативно перекидати парк автомобілів-бетонозмішувачів між цими точками залежно від пікових навантажень на конкретних об'єктах.

Динаміка попиту та обсягів будівництва. За останні роки ринок бетону в Україні та м. Вінниці, зокрема, пережив значні коливання [10,11,12]:

- 2021 рік: пік виробництва (близько 25,8 млн. тонн по Україні) завдяки активному дорожньому будівництву та розвитку житлового сектору;

- 2022-2023 роки: спад через війну, проте з поступовим відновленням. Виробництво товарного бетону становило приблизно 7,32 млн. тонн по Україні. Ціна на бетон за цей період зросла на 50% (з ~1600 грн. до ~2500 грн. за кубічний метр);

- 2024-2025 роки: по Україні вироблено 8,2 млн. тонн товарного бетону. Обсяги будівельних робіт в Україні зросли на 23,5% у 2024 році.

Вінниця залишається активним майданчиком: населення міста на кінець 2025 року становить близько 430 тис. осіб, що підтримує попит на будівництво комфортного житла та торгово-офісних центрів. Попри виклики воєнного стану, Вінниця стабільно входить у ТОП-10 міст України за темпами введення житлових комплексів в експлуатацію [6]. Згідно з даними Головного управління статистики у Вінницькій області, обсяг виробленої будівельної продукції у 2024 році продемонстрував стійке зростання (понад 15% у порівнянні з попереднім періодом). Особливістю Вінниці є переважання монолітно-каркасного будівництва, що створює постійний попит на бетон високих марок (М300-М400). Це ставить перевізника у жорсткі рамки: термін «життя» такої суміші при транспортуванні влітку не перевищує 90 - 120 хвилин.

Ланцюг «Виробник - перевізник - споживач». Виробник за звичай концентрується на хімічному складі та темпах відвантаження. Перевізник (об'єкт дослідження) є критичною ланкою. Його потенціал - це «міст», який не дає замовленню перетворитися на збиток. Споживачі (забудовники «Вінницябуд», «Особняк» тощо та приватний сектор) вимагають точного графіку (ритмічності) для безперервної заливки фундаментів чи перекриттів.

Визначена вище кон'юнктура ринку, що базується на територіальній розосередженості виробничих вузлів («Вінницького трикутника») та високій динаміці житлового будівництва, ставить перед автомобільним перевізником бетону складне логістичне завдання. Наявність потужного парку автомобілів-бетонозмішувачів сама по собі не гарантує належного логістичного потенціалу, якщо підприємство не володіє інструментами подолання просторових обмежень міста.

Оскільки бетон є «динамічним» вантажем, логістичний потенціал підприємства має розглядатися не лише через призму виробничих потужностей, а й через здатність до адаптивного маневрування в межах наявної дорожньої мережі. У цьому контексті стратегічного значення набуває деталізація логістичного простору м. Вінниця - картування ключових транспортних артерій, аналіз їхньої пропускної здатності та ідентифікація «критичних точок» (затворів, мостових переходів, обмежень для важкої техніки). Саме через детальне картування маршрутів статичний ресурс підприємства трансформується у дієвий логістичний потенціал, здатний забезпечити безперервність будівельного циклу

2. Операційно-просторова компонента логістичного потенціалу містить картування критичних транспортних «артерій» м. Вінниця [13,14]. Для автомобільного перевізника рідкого бетону логістичний потенціал вимірюється не кілометрами, а хвилинами пропускної здатності. Проаналізуємо основні логістичні «артерії» міста крізь призму експлуатації автомобілів-бетонозмішувачів.

Транспортний коридор «Північ - Центр» (вул. Київська):

- значення: основний шлях від Стрижавського вузла до центральних об'єктів;

- проблема: хронічні затори в районі зупинки «Водоканал» та Центрального автовокзалу;

- вплив на потенціал: вимагає від перевізника наявності резервного часу («лагу») у 20-30 хвилин або використання транзиту через об'їзну дорогу (що збільшує витрати палива, але рятує бетон).

Транспортний коридор «Схід - Захід» (Немирівське шосе - вул. Лебединського - мости):

- значення: з'єднує виробничі потужності Тяжилова з новими забудовами (ЖК «Кемпінг», район вул. Чехова);

- проблема: перехрестя та транспортна розв'язка біля площі Перемоги;

- вплив на потенціал: тут потенціал реалізується через ритмічність. Треба розраховувати інтервал виїзду автомобілів-бетонозмішувачів так, щоб вони не скупчувалися перед мостом, створюючи чергу на об'єкті.

Транспортний коридор «Південь» (вул. Пирогова - Гніванське шосе):

- значення: обслуговування мікрорайонів «Поділля» та «Академічний»;

- проблема: висока інтенсивність руху громадського транспорту та обмеження для важкої техніки в районі ринку «Урожай»;

- вплив на потенціал: потребує залучення автотранспортних засобів з високим екологічним стандартом та маневреністю (короткобазові моделі).

Мостові переходи є одним із ключових елементів, через які формування логістичного потенціалу стикається з природними та техногенними бар'єрами міського середовища. Головним викликом є подолання русла річки Південний Буг. Мостові переходи через Центральний, Київський та Староміський мости є «критичними точками». Будь-яке ДТП або ремонтні роботи на цих «артеріях» миттєво знижують логістичний потенціал перевізника на 30-50% через ризик передчасного «тужавіння» бетону в пробках.

Обмеження руху в центральній частині міста передбачають дотримання жорстких правил пересування великогабаритного транспорту масою 30–40 т вулицями Соборною та Пирогова. Це зумовлює необхідність розроблення складних маршрутів об'їзду, що збільшує пробіг транспортних засобів, але забезпечує збереження цілісності вантажу.

Тобто, кон'юнктура Вінницького ринку бетонних сумішей вимагає від перевізника не просто «наявності автотранспортних засобів», а інтелектуальної логістики, здатної нівелювати ризики інфраструктурних викликів. Таким чином, логістичний потенціал автомобільного перевізника у Вінниці - це «карта знань». Підприємство, яке володіє актуальною інформацією про графік заторів та ремонтів (наприклад, на мостах), має вищий потенціал, ніж те, що має більше машин, але нехтує картографічним аналізом.

Детальний аналіз специфіки ринку бетонних сумішей та логістичних «артерій» м. Вінниця свідчить, що зовнішні умови функціонування перевізника є агресивними та мінливими. За таких обставин логістичний потенціал не може залишатися простою сумою наявних автомобілів. Він трансформується у складну внутрішню систему стримувань та противаг, яка дозволяє підприємству зберігати маркетингову стійкість навіть у пікові години заторів чи під час збоїв у роботі бетонних вузлів.

Для того, щоб перетворити територіальні виклики м. Вінниця на конкурентні переваги, необхідно систематизувати внутрішні ресурси перевізника. Це потребує розробки цілісної структурної моделі (матриці), де технічні параметри автомобільного парку синхронізуються з цифровими інструментами управління та професійними компетенціями персоналу. Саме така багатовимірна структура дозволяє оцінити реальну «потужність» логістичного потенціалу та його здатність до безперервного відтворення в умовах сучасного міста.

3. Ресурсна компонента логістичного потенціалу відображає матеріально-технічну базу перевізників бетонних сумішей у м. Вінниця, що визначає його логістичний потенціал [15,16]. Це спеціалізований рухомий склад, засоби механізації та виробничо-сервісна інфраструктура підприємства. На відміну від звичайного вантажного транспорту, кожен конструктивний агрегат, вузол чи система безпосередньо впливає на збереження фізико-хімічних властивостей вантажу. Основними показниками автомобілів-бетонозмішувачів є наступні.

- типорозмірний ряд: логістичний потенціал визначається збалансованістю парку. Для роботи в умовах щільної забудови необхідні компактні автотранспортні засоби з об'ємом барабану 6-7 м³ на двовісних шасі, що мають високу маневреність. Для масштабних заливок критичною є наявність

машин об'ємом 10-12 м³ та більше, що дозволяє зменшити кількість транспортних циклів та навантаження на дорожно-вуличну мережу;

- технічне оснащення безпосередньо барабана змішувача: потенціал підвищується за наявності систем термоізоляції барабанів (для роботи у Вінницьку спеку +30°C) та автономних систем промивки під високим тиском.

Засоби механізації вивантаження (автомобільні бетононасоси): у сучасних умовах м. Вінниці перевізник, який не має у складі власних бетононасосів, втрачає до 40% маркетингової стійкості. Важливим є наявність насосів з різним вильотом стріли: від 16-24 метрів (для приватного сектору) до 42-52 метрів (для багатоповерхового будівництва). Наявність комбінованих машин («PUMI» - змішувач і насос на одному шасі), що є рідкістю, але мега-ефективно для малих майданчиків у м. Вінниці.

Виробничо-сервісна інфраструктура:

- локальні ремонтно-обслуговуючі підрозділи: враховуючи, що середня швидкість руху автомобіля-бетонозмішувача через мости м. Вінниці у часи пік не перевищує 15–20 км/год, перевізник повинен мати власну сервісну службу, здатну виїхати на маршрут (наприклад, на вул. Немирівське шосе) для оперативного ремонту гідравліки чи барабану прямо у заторі;

- запасні частини: потенціал визначається наявністю на складі критичних вузлів (редуктори, ролики, гідронасоси), оскільки простій спеціалізованого рухомого складу через очікування запчастин з-за кордону в сезон інтенсивного будівництва є неприпустимим.

Ресурсна автономність: враховуючи нестабільність енергопостачання, до ресурсного блоку тепер обов'язково входить наявність потужних генераторів на території підприємства та мобільних паливозаправників. Це гарантує, що бетон не «захолоне» через те, що на заправці зникло електропостачання.

Техніко-параметричні характеристики рухомого складу формують логістичний потенціал перевізника бетону у м. Вінниця та визначаються сукупністю трьох ключових параметрів: місткості, маневреності та можливості подачі бетонної суміші.

Для розрахунку потенціалу виділені три типи автомобілів-бетонозмішувачів [16]:

- «міська маневреність» (6-7 м³): зазвичай на шасі з колісною формулою 4x2 або 6x4 (наприклад, MAN TGM або Iveco EuroCargo): габарити: довжина до 8 метрів; значення для Вінниці: незамінні для заливки фундаментів у приватному секторі (П'ятничани, Старе місто), де вузькі вулиці та радіуси повороту не дозволяють проїхати великогабаритним автотранспортні засоби;

- «стандарт замовлення» (9-10 м³): найпоширеніший клас (на шасі з колісною формулою 6x4 або 8x4, наприклад, Mercedes-Benz Arocs); вага з вантажем ~32-38 тонн; значення для Вінниці - основні транспортні засоби для житлових комплексів на «Вишенці». Вимагають чіткого розрахунку маршруту через мости з обмеженням навантаження на вісь;

- «магістральна потужність» (12-15 м³): важкі чотиривісні автотранспортні засоби або сідлові тягачі з напівпричепами; перевага - зменшують кількість транспортних циклів на великих об'єктах (наприклад, заливка плити під будівництво торгово-розважального центру); ризик - найнижча швидкість у заторах та обмежений доступ до багатьох будівельних об'єктів міста через вагу.

Логістичний потенціал перевізника підвищується, якщо він має техніку з такими характеристиками:

- лінійні бетононасоси (стаціонарні на шасі): для об'єктів, де неможливо розкласти стрілу (тунелі, внутрішні роботи);

- стрілові автомобільні бетононасоси (винос стріли від 24 до 52 м): продуктивність - від 90 до 160 м³/годину; важливо мати надбудови з Z-подібним складанням стріли, що дозволяє працювати під лініями електропередач та в обмеженому просторі Вінницьких дворів.

Необхідним є спеціальне обладнання для контролю якості, до якого належать:

- системи підігріву води та барабана: дозволяють возити бетон при температурі до -15°C (продовження сезону роботи у м. Вінниці);

- дозувальні пристрої для хімічних добавок: дозволяють водієві прямо на маршруті (якщо автомобіль-бетонозмішувач зупинився у заторі на вулиці Київській) додати пластифікатор для «омолодження» суміші.

Параметризація рухомого складу необхідна для переходу від загальних характеристик до об'єктивної оцінки спроможності підприємства. Вибір конкретних моделей автотранспортних засобів для роботи у м. Вінниці не є випадковим - він зумовлений архітектурно-планувальною специфікою міста (від вузьких вулиць історичного центру до масштабних будівельних майданчиків у нових мікрорайонах). У таблиці 1 наведено порівняльні характеристики основних моделей спеціалізованого рухомого складу, що формують технічний базис логістичного потенціалу сучасного перевізника у м. Вінниці.

Таблиця 1 – Техніко-експлуатаційні параметри спеціалізованого рухомого складу для умов м. Вінниці

Table 1 – Technical and operational parameters of specialized rolling stock for the conditions of Vinnytsia

Модель (шасі)	Об'єм барабана, м ³	Колісна формула	Радіус розвороту, м	Витрати палива, л/100 км	Екологічний стандарт	Сфера застосування у м. Вінниці
1. MAN TGM 18.250	6-7	4x2 / 6x4	7,5 - 8,5	22 - 26	Euro 6	Старе місто, П'ятничани, вузькі двори та екологічні зони Центру, заїзд у вузькі арки
2. Mercedes-Benz Arocs	9-10	8x4	9,5 - 10,5	32 - 38	Euro 5 / 6	Основна забудова (Вишенька, Поділля). Оптимальна вага для мостів, оптимальна потужність для підйомів (напр. вул. Р. Скалецького).
3. DAF CF 450	12	8x4 / 10x4	11,0 - 12,5	40 - 45	Euro 6	Магістральні поставки і ефективність на великих об'єктах (ЖК «Академічний», промислові зони)
4. PUMI (Cifa/Putzm.)	7 плюс насос	6x4 / 8x4	9,0	35 - 40	Euro 5	Універсал для малих майданчиків (бетонування перекриттів котеджів)

Порівняння параметрів, наведених в табл. 1, дає змогу зробити наступні висновки:

- аналіз моделей показує, що максимальний логістичний потенціал має те підприємство, чий парк є гетерогенним (змішаним). Наявність лише важких 12-кубових автотранспортних засобів обмежує логістичний потенціал перевізника, роблячи його «неповоротким» для замовлень у щільній забудові Центру чи Старого міста;

- для м. Вінниці, де логістика зав'язана на проїзді через мостові переходи, ключовим критичним параметром стає повна маса завантаженого автотранспортного засобу. Моделі класу 8x4 (Mercedes-Benz Agocs) є найбільш збалансованими для проїзду Київським чи Центральним мостами без порушення нормативів навантаження на вісь;

- наявність у парку технологічні синергованих автотранспортних засобів типу «PUMI» (змішувач-насос) кардинально змінює структуру потенціалу, дозволяючи підприємству закривати «нішеві» запити приватного будівництва, де швидкість розгортання на об'єкті є критичною;

- у структурі логістичного потенціалу витрати палива на 1 м³ доставленого бетону є ключовим індикатором. Для вінницького перевізника важливо, що в умовах заторів на Київському мосту або на площі Перемоги витрати зростають на 15–20% через роботу двигуна на холостому ході для підтримки обертів барабана. Високий потенціал мають автомобілі з системою «Start-Stop» для двигуна при збереженні автономного приводу барабана;

- використання рухомого складу екологічного стандарту «Euro-6» дозволяє підприємству претендувати на участь у муніципальних проєктах реконструкції історичного центру м. Вінниці, де вимоги до рівня шуму та викидів є підвищеними. Це розширює «ринкове вікно» логістичного потенціалу.

Проте сама по собі наявність спеціалізованих автомобілів та інших складових матеріально-технічної бази є лише статичним ресурсом. Для того, щоб зрозуміти, наскільки ефективно цей ресурс може бути задіяним у реальному часі на дорогах м. Вінниці, необхідно перевести фізичні одиниці (кількість автотранспортних засобів, об'єм барабана та ін.) у площину кількісної оцінки.

4 Цифрова компонента логістичного потенціалу (Smart Potential) характеризується інтелектуальними системами управління в режимі реального часу [17,18]. Сучасний Smart Potential перевізника у м. Вінниці базується на трьох «китах»: телеметрії та контролі «життєдіяльності» вантажу, динамічній маршрутизації та моніторингу температурного режиму.

Телеметрія та контроль «життєдіяльності» вантажу:

- при використанні датчиків обертання змішувача диспетчер у реальному часі бачить, чи крутиться барабан чи ні. Якщо автомобіль стоїть у заторі біля Залізничного вокзалу і барабан зупинився - це сигнал тривоги (ризик застигання бетону).

- застосування датчиків вивантаження дає змогу системі фіксувати точний час початку та кінця зливу. Це дозволяє автоматично рахувати коефіцієнт використання насоса за часом.

Динамічна маршрутизація з урахуванням трафіку:

- інтеграція GPS-моніторингу з міськими сервісами трафіку. Якщо система бачить перекриття руху на Київському мосту, вона автоматично прокладає маршрут через об'їзну дорогу або Старе місто, перераховуючи очікуваний час прибуття;

- проведення геозонування, що дозволяє автоматично сповіщати виконроба на об'єкті (наприклад, на «Академічному»), коли автомобіль-бетонозмішувач перетинає умовну межу за 2 км до будмайданчика. Це дає час на підготовку до роботи насоса і воронки.

Моніторинг температурного режиму - встановлення безконтактних пірометрів або датчиків усередині барабана. Влітку, при критичному нагріванні суміші, система сигналізує про необхідність термінової заливки або додавання пластифікаторів.

Цифровізація перетворює транспортний цикл на адаптивний механізм, завдяки чому підприємство отримує:

- скорочення «порожніх» пробігів на 10–15%;
- зниження витрат палива (через оптимальні маршрути);

- 100% гарантію якості бетону, оскільки шлях кожної «порції» задокументований цифровим слідом.

Проте, якою б досконалою не була цифрова система та надійною техніка, фінальну точку в логістичному процесі ставить людина. Саме водій та диспетчер є тими ланками, що активують Smart-технології та приймають рішення в нестандартних ситуаціях на вулицях м. Вінниці. Тому завершальним елементом в структурі логістичного потенціалу є кадрова компонента, де професійна майстерність персоналу стає вирішальним чинником реалізації всього накопиченого потенціалу підприємства.

5. Кадрова компонента логістичного потенціалу характеризує людський чинник [19,20]. У специфічних умовах перевезення рідкого бетону у м. Вінниця людський фактор є «фінішним активатором» усіх попередніх блоків. Без кваліфікованого екіпажу найдорожчий Mercedes-Benz Arocs3 GPS-навігацією стає лише джерелом збитків. Саме тому особливого значення набувають фактори, які розглядаються нижче.

Професійність «бетонолога» (водія автомобіля-бетонозмішувача):

- здатність управляти «живим» вантажем. Під час руху бетон у барабані постійно змінює центр ваги. Водій має відчувати машину на крутих поворотах (наприклад, з'їзд з Київського мосту на набережну), щоб не «лягти на бік» через інерцію суміші;

- технологічна пильність. Сучасний водій має розуміти різницю між пластичністю різних видів бетонів. Його потенціал - це здатність вчасно помітити, що бетон «сідає» в заторі на Пирогова, і прийняти рішення про збільшення обертів барабана або додавання води чи пластифікатора (за погодженням з лаборантом).

Компетентність водія доцільно розглядати як коригувальний множник у моделі логістичного потенціалу, оскільки недостатній рівень професійної підготовки або відсутність досвіду роботи з бетонними сумішами здатні істотно знижувати ефективність використання технічно справного рухомого складу через операційні помилки.

Знання «мікрогеографії» м. Вінниці. Досвідчений водій знає, під яким кутом треба заїжджати у двір на «Поділлі», щоб не зачепити припарковані автомобілі, і де на Старому місті під асфальтом «пливе» ґрунт, який не витримає 32-тонний автотранспортний засіб. Логістичний потенціал - це база знань у голові водія про стан під'їзних шляхів на конкретних об'єктах.

Комунікаційна стійкість (взаємодія «водій - виконроб»). Часто на об'єкті виникає конфлікт: «лийте швидше» або «чекайте, ми ще арматуру не дов'язали». Потенціал водія тут - це вміння відстояти технологічний регламент (щоб бетон не застиг у барабані через простій), не зіпсувавши стосунки з клієнтом.

Адаптація до Smart-технологій - це вміння користуватися планшетом для отримання електронних накладних та миттєвого звітування диспетчеру про затримки на переїздах (наприклад, на Тяжолові).

Проаналізувавши всі вище наведені компоненти логістичного потенціалу, сформований методичний підхід до кількісної оцінки ресурсного та логістичного потенціалу підприємства. Для того, щоб перевести техніко-експлуатаційні параметри автотранспортних засобів (табл. 1) у площину практичного управління, пропонується система показників, яка адаптована до специфіки перевезень бетону у м. Вінниці:

1) Коефіцієнт технічної готовності до екстремальних замовлень ($K_{m.z}$). Цей показник відображає частку парку автомобілів-бетонозмішувачів, яка готова виїхати на лінію в режимі «тут і зараз». Він розраховується за формулою:

$$K_{m.z} = \frac{N_{cnp}}{N_{zag}}, \quad (1)$$

де $N_{спр}$ - кількість технічно справних автомобілів-бетонозмішувачів з повним баком пального і промитими барабанами, одиниць;

$N_{заг}$ - загальна кількість автомобілів-бетонозмішувачів в парку перевізника, одиниць.

Для високої стійкості у сезон будівництва $K_{мг}$ має бути не нижчим за 0,85-0,9.

2) Сумарна одноразова місткість парку V_{Σ} .

Це критичний показник для великих об'єктів (наприклад, безперервна заливка фундаментної плити на 400 м³). Він визначається як сума об'ємів усіх барабанів парку автомобілів-бетонозмішувачів;

$$V_{парк} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_i. \quad (2)$$

де V_i - об'єм барабана конкретної моделі автомобіля-бетонозмішувача, м³.

Це «ударна сила» перевізника. Якщо замовлення перевищує $V_{парк}$ у 3 рази, треба розраховувати потенціал через оборотність.

3) Показник часової прохідності транспортних «артерій» міста $T_{арт}$. Це специфічний показник для м. Вінниці, який корегує технічну потужність рухомого складу залежно від розташування району міста:

- центральна зона (вул. Соборна, вул. Пирогова): $T_{арт} = 0,4$ (автотранспортний засіб працює на 40% своєї технічної швидкості).

- периферійна зона (об'їзна дорога, Гнівнське шосе): $T_{арт} = 0,8$.

4) Інтегральний показник логістичної потужності $P_{лог}$.

Це головна формула, яку ми пропонуємо для статті:

$$P_{лог} = \Sigma(V_i \cdot K_{т.г.}) \cdot \frac{T_{т.ж.б.}}{T_{тр.ц}}, \quad (3)$$

де $T_{т.ж.б.}$ - термін «життя» бетону (зазвичай 2-3 год.);

$T_{тр.ц}$ - повний час транспортного циклу з урахуванням заторів, год.

Розрахунок за цією формулою дозволяє диспетчеру чітко розуміти: якщо $T_{ізод}$ (наприклад, через затор на Київському мосту) наближається до $T_{т.ж.б.}$, то логістичний потенціал перевізника падає до нуля, незалежно від того, скільки нових «Mercedes-Benz Arocs» перебуває у парку.

5) Уточнена математична модель логістичного потенціалу

Додаємо в нашу формулу температурний коефіцієнт ($K_{темп}$), адже у м. Вінниці в липні (+32°C) бетон «живе» вдвічі менше, ніж у жовтні (+10°C).

Пропонується розраховувати реальну провізну здатність перевізника за формулою:

$$Q_{реал} = \frac{V_{парк} \cdot K_{т.г.} \cdot K_{темп.}}{T_{тр.ц}}, \quad (4)$$

де $K_{темп}$ - температурний коефіцієнт «виживання» бетону.

Він має значення від 1,0 при +15°C до 0,6 при +30°C.

Розглянемо використання цієї формули на прикладі. Припустимо, що є замовлення на заливку фундаменту житлового комплексу, який будується в мікрорайоні «Поділля». Бетонний вузол знаходиться на вул. Київській. Парк перевізника складається з 5 одиниць автомобілів-бетонозмішувачів Mercedes-Benz Arocs з барабанами по 10 м³ кожен. Разом $V_{парк} = 50 \text{ м}^3$. $K_{м.з.} = 0,9$ (4 автомобілі технічно справні, один - перебуває на плановому ТО). Погодні умови: липень, спека +28°C. Приймаємо $K_{темн} = 0,7$ (бетон застигає швидше, ризики вищі). Трафік: через затори на Київському мосту та ремонт доріг $T_{тр.ц}$ (завантаження - рух з вантажем - вивантаження - холостий пробіг) становить 2,5 години. За такого сценарію

$$Q_{реал} = \frac{50 \cdot 0,9 \cdot 0,7}{2,5} = \frac{31,5}{2,5} = 12,6 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Результати розрахунку показують, що перевізник може подавати на об'єкт лише 12,6 кубів бетону за годину. Якщо замовник вимагає темп 25 м³/год (щоб насос простоював), такого потенціалу недостатньо. Шляхи вирішення проблеми:

- залучення ще 5 автомобілів-бетонозмішувачів від іншого перевізника;
- використання хімічних добавок (збільшити $K_{темн}$);
- перенесення заливки на нічний час ($T_{тр.ц}$ зменшиться з 2,5 до 1,5 години).

Зміцнення логістичного потенціалу трансформується у конкретні фінансові показники підприємства через три канали оптимізації [21,22]:

1) Пряма економія ресурсів:

- паливна складова. Завдяки динамічній маршрутизації (об'їзд заторів на мостах м. Вінниці) пробіг автомобіля-бетонозмішувача з працюючим барабаном скорочується на 8-12%. При середній витраті 35 л/100 км для Mercedes-Benz Arocs, це дає економію близько 250-300 грн на кожному транспортному циклі;

- зниження експлуатаційних витрат. Своєчасний моніторинг технічного стану дозволяє уникати аварійних поломок змішувача з бетоном, де вартість втраченого вантажу та очищення барабана може сягати 50000-80000 грн.

2) Підвищення продуктивності техніки - підвищення завантаження автобетононасоса шляхом точного графіку подачі бетонозмішувачів дозволяє виконувати той самий обсяг робіт вдвічі швидше. Це вивільняє техніку для інших об'єктів в ту саму зміну, подвоюючи виторг за реалізацію продукції.

3) Зростання ринкової частки (адаптивність, нічний графік та спецзамовлення).

Здатність працювати за високих температур або у складних локаціях (наприклад, район Старого міста) дозволяє перевізнику встановлювати преміальну націнку (10-15%) за складність логістики. Замовник готовий платити більше за гарантію того, що фундамент буде залитий без «швів».

В табл. 2 наведені інструменти підвищення складових логістичного потенціалу та їх економічний ефект.

Таблиця 2 – Інструменти підвищення логістичного потенціалу та економічний ефект
Table 2 – Tools for increasing logistics potential and economic effect

Складова потенціалу	Інструмент	Економічний результат (%)
Hard	Диференційований парк (6–12 м ³)	+15% до обсягів замовлень у Центрі
Smart	GPS + Контроль обертів бочки	-10% витрат на ПММ та ремонти
Human	Кваліфікація водія та диспетчера	-20% часу простою на об'єктах

Таким чином, формування та оцінка логістичного потенціалу перевізника рідкого бетону у м. Вінниця є не лише технологічним завданням, а стратегічною інвестицією. Економічний аналіз підтверджує, що синергія сучасного рухомого складу, цифрового контролю та людського капіталу створює стійку модель, здатну генерувати прибуток навіть за умов високої ринкової волатильності та складних інфраструктурних обмежень міста.

Висновки. У результаті проведеного дослідження формування логістичного потенціалу підприємства-перевізника рідкого бетону в умовах м. Вінниця було отримано такі результати:

- уточнено сутність логістичного потенціалу спеціалізованого перевізника: визначено, що для логістики рідкого бетону це не статична сукупність ресурсів, а динамічна здатність системи забезпечити безперервність циклу «доставка - укладання» в межах жорсткого часового ліміту збереження властивостей суміші. Головним мірилом потенціалу є «часова дистанція», а не географічна відстань;

- проаналізовано ринкову кон'юнктуру Вінницького регіону: виявлено специфіку «Вінницького трикутника» виробничих потужностей бетонних сумішей (Стрижавка - Тяжлів - Гніванське шосе), що вимагає від перевізника високої мобільності. Встановлено, що попри складні умови, темпи будівництва у Вінниці створюють стабільний попит на бетон високих марок (M300–M400), що підвищує вимоги до логістичної стійкості;

- розроблено методику кількісної оцінки потенціалу: запропоновано інтегральну математичну модель розрахунку логістичної потужності, яка вперше враховує температурний коефіцієнт навколишнього середовища та реальну пропускну здатність транспортних «артерій» міста. Це дозволяє диспетчерським службам об'єктивно оцінювати ризики «втрати вантажу» у пікові години навантаження на мости м. Вінниці;

- обґрунтовано структуру логістичного потенціалу: доведено, що максимальна ринкова адаптивність досягається лише за умови синергії трьох блоків:

- Hard Potential: диференційований парк автомобілів-бетонозмішувачів з об'ємом барабанів (6-12 м³) та власних автомобільних бетононасосів;

- Smart Potential: системи цифрової телеметрії обертів барабана та GPS-моніторингу трафіку в реальному часі;

- Human Potential: висока кваліфікація водіїв, що знають специфіку під'їздів до мікрорайонів «Поділля», «Академічний» та Центру міста.

- визначено економічну ефективність: розрахунки підтвердили, що зміцнення логістичного потенціалу дозволяє знизити витрати паливно-мастильних матеріалів на 8–12% та підвищити коефіцієнт використання дорогих спеціалізованих автомобілів (бетононасосів) з 34% до 70%, що прямо впливає на конкурентоспроможність перевізника на регіональному ринку.

Перелік посилань

1. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні. Затверджені наказом Мінтрансу України від 14.10.1997р. № 363 (із змінами і доповненнями) в редакції від 05.12.2024 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0649-19#Text>, вільний. (Дата звертання 22.02.2026).

2. Технологія бетону : підручник / за ред. П. В. Захарченка. Київ : КНУБА, 2021. 420 с.

3. Державний стандарт України. Бетони готові до використання. Технічні умови : ДСТУ Б В.2.7-96-2000. Київ : Держбуд України, 2000. 24 с.

4. Крикавський Є. В. Логістичне управління : підручник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2005. 684 с.

5. Логістика : навч. посіб. / Тридід О. М., Гриньова В. М., Лазарева З. М. та ін. Харків : ВД «ІНЖЕК», 2008. 176 с.

6. Чухрай Н. І. Логістичне обслуговування : підручник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2006. 292 с.

7. Шинкаренко В. Г., Левченко О. П. Формування логістичного потенціалу автотранспортного підприємства. Економіка транспортно-логістичного комплексу. 2011. Вип. 18. С. 5–15.

8. Класифікація видів економічної діяльності ДК 009:2010 : від 11 жовт. 2010 р. № 457 / Держспоживстандарт України. Київ, 2010.
9. Офіційний сайт ПБГ «Ковальська». [Електронний ресурс]. URL: <https://beton.kovalska.com>.
10. Вінниця у цифрах : статистичний довідник / Головне управління статистики у Вінницькій області. Вінниця, 2024. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.vn.ukrstat.gov.ua>.
11. Аналіз ринку будівельних матеріалів України : звіт консалтингової компанії. Будівельний журнал. 2025. № 2. С. 12–18.
12. Про стан та перспективи розвитку будівельної галузі України : аналіт. доп. / Нац. ін-т стратег. дослідж. Київ, 2025. 45 с.
13. Офіційний сайт Вінницької міської ради. Транспортна модель міста. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.vmr.gov.ua>.
14. Транспортна модель міста Вінниці : аналіт. звіт / Агенція просторового розвитку. Вінниця, 2023. [Електронний ресурс]. URL: <https://spatial.vmr.gov.ua>.
15. Полянський О. С. Управління технічним станом парку спеціалізованих автомобілів. Транспортні системи та технології перевезень. 2023. Вип. 25. С. 88–95.
16. Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту : навч. посіб. / В. П. Сахно та ін. Житомир : ЖДТУ, 2021. 364 с.
17. Іванов В. В. Цифровізація транспортно-логістичних процесів як чинник підвищення потенціалу підприємства. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2024. № 81. С. 45–54.
18. Цифровізація транспортних систем : монографія / за ред. А. М. Новікової. Київ : ДП «Державотрансндріпроект», 2024. 312 с.
19. Психологія праці водія транспортного засобу : навч. посіб. / за ред. М. В. Кришталія. Київ : Логос, 2022. 198 с.
20. Кодекс професійної етики та стандартів операторів спецтехніки. Будівельний менеджмент. 2025. № 5. С. 34–40.
21. Економіка та управління автотранспортним підприємством : навч. посіб. / В. Г. Шинкаренко. Харків : ХНАДУ, 2022. 340 с.
22. Конкурентоспроможність транспортних підприємств : монографія / за ред. О. В. Світличного. Київ : Центр навч. л-ри, 2023. 214 с.

FACTORS OF FORMATION AND ASSESSMENT OF THE LOGISTICS POTENTIAL OF ROAD CARRIERS OF CONCRETE MIXTURES IN URBAN AGGLOMERATION

Tsymbal Serhiy V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net, tel. +380937602079, <https://orcid.org/0009-0005-1612-968X>

Makarova Tamara V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: tomamakarova@ukr.net, tel. +380731235169, <https://orcid.org/0000-0003-0669-8350>

Varchuk Vyacheslav V., Assistant of Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vvvarchuk@vntu.edu.ua, tel. +380678980719, <https://orcid.org/0009-0005-2622-9780>

Abstract. The theoretical and applied aspects of the formation of the logistics potential of enterprises specializing in the transportation of concrete mixtures in the city of Vinnytsia are studied. The authors have clarified the essence of the concept of "logistics potential" through the prism of the time determinant and the physicochemical properties of the cargo. A mathematical model for assessing logistics capacity is proposed, which takes into account the temperature coefficient and the specifics of urban traffic (load on bridge crossings). The structure of logistics potential is substantiated, which includes infrastructure, spatial, resource, digital and personnel components. It is proven that the synergy of these elements ensures the market adaptability of the carrier and increases the economic efficiency of using specialized rolling stock by 15-20%.

Keywords. Logistics potential, liquid concrete, concrete mixer truck, Vinnytsia city, temperature coefficient, Smart logistics, market adaptability, transport infrastructure.

References

1. Rules for the carriage of goods by road in Ukraine. Approved by the order of the Ministry of Transport of Ukraine dated 14.10.1997. No. 363 (with amendments and additions) in the edition dated 05.12.2024. [Electronic resource]. – Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0649-19#Text>, free. (Date of access 22.02.2026). [in Ukrainian]
2. Concrete technology: textbook / edited by P. V. Zakharchenko. Kyiv: KNUBA, 2021. 420 p. [in Ukrainian]
3. State standard of Ukraine. Ready-to-use concrete. Technical conditions: DSTU B V.2.7-96-2000. Kyiv: State Construction Agency of Ukraine, 2000. 24 p. [in Ukrainian]
4. Krykavskiy E. V. Logistics management: textbook. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2005. 684 p. [in Ukrainian]
5. Logistics: a textbook / Tridid O. M., Grynyyova V. M., Lazareva Z. M. and others. Kharkiv: Publishing House "INZHEK", 2008. 176 p. [in Ukrainian]
6. Chukhrai N. I. Logistics service: a textbook. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2006. 292 p. [in Ukrainian]
7. Shynkarenko V. G., Levchenko O. P. Formation of the logistics potential of a motor transport enterprise. Economics of the transport complex. 2011. Issue 18. P. 5–15. [in Ukrainian]
8. Classification of types of economic activity DK 009:2010: dated 11 Oct. 2010 No. 457 / State Consumer Standard of Ukraine. Kyiv, 2010. [in Ukrainian]
9. Official website of PBG "Kovalska". [Electronic resource]. URL: <https://beton.kovalska.com>. [in Ukrainian]
10. Vinnytsia in figures: statistical reference book / Main Department of Statistics in Vinnytsia region. Vinnytsia, 2024. [Electronic resource]. URL: <https://www.vn.ukrstat.gov.ua>. [in Ukrainian]
11. Analysis of the building materials market of Ukraine: report of a consulting company. Construction Journal. 2025. No. 2. P. 12–18. [in Ukrainian]
12. On the state and prospects for the development of the construction industry of Ukraine: analytical supplement / National Institute of Strategic Research. Kyiv, 2025. 45 p. [in Ukrainian]
13. Official website of Vinnytsia City Council. Transport model of the city. [Electronic resource]. URL: <https://www.vmr.gov.ua>. [in Ukrainian]
14. Transport model of the city of Vinnytsia: analytical report / Agency for spatial development. Vinnytsia, 2023. [Electronic resource]. URL: <https://spatial.vmr.gov.ua>. [in Ukrainian]
15. Polyanskyi O. S. Management of the technical condition of the fleet of specialized vehicles. Transport systems and transportation technologies. 2023. Issue 25. P. 88–95. [in Ukrainian]
16. Specialized rolling stock of road transport: a manual. / V. P. Sakhno et al. Zhytomyr: ZhDTU, 2021. 364 p. [in Ukrainian]
17. Ivanov V. V. Digitalization of transport and logistics processes as a factor in increasing the potential of the enterprise. Bulletin of the economy of transport and industry. 2024. No. 81. P. 45–54. [in Ukrainian]
18. Digitalization of transport systems: monograph / edited by A. M. Novikova. Kyiv: State Enterprise "Derzhavtotransdiproekt", 2024. 312 p. [in Ukrainian]
19. Psychology of work of a vehicle driver: textbook / edited by M. V. Kryshchal. Kyiv: Logos, 2022. 198 p. [in Ukrainian]
20. Code of professional ethics and standards of operators of special equipment. Construction management. 2025. No. 5. P. 34–40. [in Ukrainian]
21. Economics and management of a motor transport enterprise: textbook / V. G. Shynkarenko. Kharkiv: KhNADU, 2022. 340 p. [in Ukrainian]
22. Competitiveness of transport enterprises: monograph / edited by O. V. Svitlychny. Kyiv: Center for training of l-ry, 2023. 214 p. [in Ukrainian]

Дата надходження до редакції 13.02.2025.

Дата прийняття статті після рецензування 26.02.2026.